

Rec'd PCT/PTO 27 MAY 2005

#2
PCT/JP03/14975

10/536934

25.11.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2002年12月10日

出願番号
Application Number:

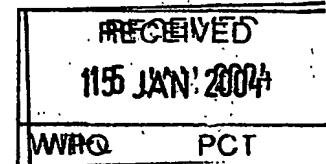
特願2002-357805

[ST. 10/C]:

[JP2002-357805]

出願人
Applicant(s):

ソニー株式会社

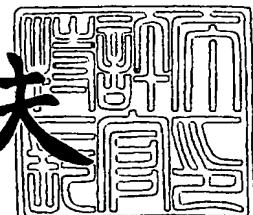


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0290697101
【提出日】 平成14年12月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02N 2/00
F03G 7/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 伊東 秀俊

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 毛塚 浩一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076059

【弁理士】

【氏名又は名称】 逢坂 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001775

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707812

特願2002-357805

ページ： 2/E

【プルーフの要否】 要

出証特2003-3107662

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高分子アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルと、この高分子ゲルに内設された電極とから構成されるゲル／電極複合体の複数個が電解質溶液中に配設され、前記複数のゲル／電極複合体の前記電極間に電圧が印加されるに伴って前記複数のゲル／電極複合体がそれぞれ体積変化を起こすように構成された、高分子アクチュエータ。

【請求項 2】 前記電極間に電圧が印加されるに伴って、前記複数のゲル／電極複合体周辺における前記電解質溶液の pH が変化し、この pH 変化に応じて前記複数のゲル／電極複合体の前記体積変化が起こる、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 3】 酸性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体と、塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体とを各々 1 個以上有する、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 4】 前記ゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基と塩基性の官能基とを有する高分子を含有する、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 5】 前記ゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基を有する高分子と、塩基性の官能基を有する高分子との混合物を含有する、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 6】 前記複数のゲル／電極複合体がほぼ平行に配設されている、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 7】 前記複数のゲル／電極複合体が、容器内に配設されてその両端から前記電極が取り出され、前記容器内には前記電解質溶液が充填されている、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 8】 前記容器が前記複数のゲル／電極複合体の前記体積変化に追随する伸縮性を有している、請求項 7 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 9】 前記高分子ゲルが高分子ハイドロゲルからなり、前記電解質溶液が電解質水溶液からなる、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 10】 前記ゲル／電極複合体を構成する前記電極が、コイル状の金属線又は金属網である、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 11】 前記ゲル／電極複合体を構成する前記電極が、前記高分子ゲル内に混合、分散される電子導電性を有する粒子状又は纖維状の物質である、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 12】 前記ゲル／電極複合体を構成する前記電極が、前記コイル状の金属線又は前記金属網と、前記電子導電性粒子状物質又は前記電子導電性纖維状物質とからなる、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【請求項 13】 前記電極が金、白金、パラジウム、非晶質炭素、黒鉛のうちの少なくとも 1 種からなる、請求項 1 に記載した高分子アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高分子アクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、介護支援、危険作業、エンタテインメント等の様々な方面からロボットが注目されている。これらの用途に適用されるロボットは、動物のように多くの関節（可動部）を有し、複雑な動作を可能とすることが求められる。

【0003】

この可動部を駆動するアクチュエータとして、従来から磁気回転モーターが用いられているが、構成材料が金属のためにアクチュエータ重量が大きいという欠点がある。可動部にアクチュエータを組み込む場合、可動部を動作させる際にアクチュエータ重量が負荷となる。このため、重量の大きいアクチュエータを用いるには大出力が求められ、大出力のアクチュエータは大型、大重量となってしまうという解決困難な矛盾が生じる。また、磁気回転モーターを用いる場合、必要な回転数、トルクに調整するための減速器が必要となり、この減速器に用いられ

るギヤは磨耗により徐々に性能低下するという欠点もある。低速回転で高トルクが得られる超音波モーターは減速器が不要だが、これも金属材料で構成されるために重量が大きい。

【0004】

このため、近年では、軽量でありかつ柔軟性に富んだ高分子材料によって構成される高分子アクチュエータが注目されている。この高分子アクチュエータとしては、例えばポリフッ化ビニリデン等を用いた高分子圧電素子、電子導電性高分子等を用いた導電性高分子アクチュエータ、高分子ゲル等を用いたゲルアクチュエータ等が知られている。

【0005】

上記のゲルアクチュエータ、特に水膨張高分子ゲルを用いる高分子ハイドロゲルアクチュエータは、高分子ハイドロゲルが周囲の温度、イオン強度、pHといった環境に応答して体積変化することを利用するものである。その変位量は30～50%と大きく、発生力も0.2～0.4MPaであり、生体骨格筋に匹敵する性能を発揮する。しかしながら、温度は加熱、冷却ともに高速制御が困難であり、またイオン強度やpHは周囲電解液をポンプ等を用いて強制交換しなければならず、これに用いる電解液を蓄えるタンクも必要となることから、小型軽量なシステムとして不向きである。

【0006】

一方、pH応答性高分子ハイドロゲルは、ゲルを構成する高分子内に酸性或いは塩基性の官能基を有しており、ゲル周囲における水溶液のpHによって膨張度、ゲル体積が変化するものである。例えば、酸性基を有するpH応答性高分子ハイドロゲルを用いる場合、ゲル周囲における電解質水溶液のpHが高いときには、ゲル中の酸性基がプロトンを解離してアニオンとなり、親水性が増すと共に負電荷の分子内或いは分子間での反発が働き、ゲルは膨張する。逆に、ゲル周囲における電解質水溶液のpHが低いときには、ゲル中の酸性基は解離せず、さらに酸性基同士で水素結合を形成するなどしてゲルは収縮する。

【0007】

ここで、上記の酸性基を有するpH応答性高分子ハイドロゲルに代えて、塩基

性基を有するpH応答性高分子ハイドロゲルを用いる場合は、上記の反応とは逆に、ゲル周囲における電解質水溶液のpHが高いときには、ゲル中の塩基性基がプロトン化してカチオンとなり、親水性が増すと共に正電荷の分子内或いは分子間での反発が働き、ゲルは膨張する。

【0008】

上記のようにして、pH応答性高分子ハイドロゲルを用いる場合、電解質水溶液中に電極を配設して1～3V程度の電圧を印加すると、電解質水溶液中にイオン濃度勾配が形成され、電極近傍のpHを変化させることが可能である。この現象を利用することにより、加熱冷却装置、ポンプ、タンク等を必要とせずに、pH応答性高分子ハイドロゲルの膨張／収縮を、1～3Vといった低い電圧で制御することが可能となる。

【0009】

実際には、図5に示すように、電解質水溶液11が充填された容器10中に2枚の電極板12a及び12bを配設し、この電極12a、12b間に酸性基を有する高分子からなるpH応答性高分子ハイドロゲル13を設置し、電極12a、12b間に電圧を印加すると、陽極12b周辺の電解質水溶液11のpHが上昇することによって陽極12b側のゲル13が膨張する。これと同時に、陰極12a周辺の電解質水溶液11のpHが低下することによって陰極12a側のゲル13が収縮する。従って、結果として図5に示すように、ゲル13は湾曲変形する。なお、塩基性基を有する高分子からなるpH応答性高分子ハイドロゲルでは、上記と逆向きに湾曲変形する。

【0010】

この変形を利用してアクチュエータとしても可能であり、pH応答性高分子ハイドロゲル膜の両面に電極を配置し、これら電極間に電圧を印加することで電気化学的に湾曲変位を得るアクチュエータも知られている（例えば、後記の特許文献1参照。）。なお、この湾曲変位アクチュエータの長さ方向変位発生力は、例えば約0.01MPa程度である。

【0011】

【特許文献1】

特公平7-97912号公報、第3欄の30行目～第4欄の26行目

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、湾曲変位するアクチュエータは、生体骨格筋のように線方向に伸張／収縮するものに比べてロボットの関節等に利用することが難しく、また湾曲変形から得られる発生力は一般に弱い。

【0013】

さらに、電極間隔を広げてゲルをいずれか一方の電極に近づけることで、もう一方の電極による影響を避け、ゲルを湾曲させずに膨張（伸張）／収縮させることも可能であるが、ゲルの膨張／収縮を妨げずにゲルを電極近傍に固定することも非常に困難である。

【0014】

本発明は、上述したような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、湾曲変位することなく、線方向に伸張／収縮することができ、軽量でありかつ低電圧動作が可能な高分子アクチュエータを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明は、酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルと、この高分子ゲルに内設された電極とから構成されるゲル／電極複合体の複数個が電解質溶液中に配設され、前記複数のゲル／電極複合体の前記電極間に電圧が印加されるに伴って前記複数のゲル／電極複合体がそれぞれ体積変化を起こすように構成された、高分子アクチュエータに係るものである。

【0016】

本発明によれば、前記複数のゲル／電極複合体が前記電解質溶液中に配設され、前記複数のゲル／電極複合体の前記電極間に電圧が印加されるに伴って前記複数のゲル／電極複合体がそれぞれ体積変化を起こすように構成されているので、上記したような従来の加熱冷却装置、ポンプ、タンク等を必要とせず、軽量化を図ることができ、また、例えば1～3Vといった低い電圧で制御することが可能である。

【0017】

また、前記複数のゲル／電極複合体が、酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルと、この高分子ゲルに内設された電極とから構成されているので、従来のように湾曲変位することなく、例えば生体骨格筋のように線方向に伸張／収縮することができる。

【0018】

従って、前記複数のゲル／電極複合体の前記体積変化によって得られる発生力の向上を図ることができ、例えばロボットの関節（可動部）等に好適に利用することができる。

【0019】**【発明の実施の形態】**

本発明において、前記高分子ゲルが高分子ハイドロゲルからなり、前記電解質溶液が電解質水溶液からなることが好ましい。

【0020】

また、本発明に基づく高分子アクチュエータは、酸性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体と、塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体とを各々1個以上有することが好ましい。

【0021】

図1は、本発明に基づく高分子アクチュエータ1の一構成例の概略斜視図である。また、図2は、図1の本発明に基づく高分子アクチュエータ1の概略断面図である。

【0022】

図1及び図2に示すように、本発明に基づく高分子アクチュエータ1は、酸性の官能基を有する高分子を含有した高分子ハイドロゲル2aと、この高分子ハイドロゲル2aに内設された電極3aとからなる、ゲル／電極複合体（以下、酸性ゲル／電極複合体と称する場合がある。）4aと；塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ハイドロゲル2bと、この高分子ハイドロゲル2bに内設された電極3bとからなる、ゲル／電極複合体（以下、塩基性ゲル／電極複合体と

称する場合がある。) 4 bと；を有することが好ましい。

【0023】

また、ゲル／電極複合体4 a及び4 bが、容器5内に配設されており、その両端から電極3 a、3 bが取り出され、容器5内には電解質水溶液6が充填されている。なお、ゲル／電極複合体4 a及び4 bがほぼ平行に配設されている。ここで、容器5は、ゲル／電極複合体4 a、4 bの前記体積変化に追随する伸縮性を有することが望ましい。

【0024】

そして、ゲル／電極複合体4 a、4 bの電極3 a、3 b間に電圧が印加されるに伴って、ゲル／電極複合体4 a、4 b周辺における電解質水溶液6のpHが変化し、このpH変化に応じてゲル／電極複合体4 a、4 bの前記体積変化が起こる。

【0025】

即ち、酸性ゲル／電極複合体4 aにおける電極3 aを陰極、塩基性ゲル／電極複合体4 bにおける電極3 bを陽極として1～3Vの電圧を印加すると、陰極3 a周辺における電解質水溶液6のpHは低下する。pHが低下した場合、酸性ゲル／電極複合体4 a中の酸性基は解離せず、さらに酸性基同士で水素結合を形成するなどして、酸性ゲル／電極複合体4 aは収縮する。一方、1～3Vの電圧を印加すると、陽極3 b周辺における電解質水溶液6のpHは上昇する。pHが上昇した場合、塩基性ゲル／電極複合体4 b中の塩基性基はプロトン化せず、さらに塩基性基同士で水素結合を形成するなどして、塩基性ゲル／電極複合体4 bは収縮する(図2(b))。

【0026】

また、電圧印加をやめるか、或いは上記とは逆向きの電圧を印加すれば、酸性ゲル／電極複合体4 a周辺における電解質水溶液6のpHは上昇する。pHが上昇した場合、酸性ゲル／電極複合体4 a中の酸性基がプロトンを解離してアニオンとなり、親水性が増すと共に、負電荷の分子内或いは分子間での反発が働き、酸性ゲル／電極複合体4 aは膨張する。一方、塩基性ゲル／電極複合体4 b周辺における電解質水溶液6のpHは低下する。pHが低下した場合、塩基性ゲル／

電極複合体4 b 中の塩基性基がプロトン化してカチオンとなり、親水性が増すと共に、正電荷の分子内或いは分子間での反発が働き、塩基性ゲル／電極複合体4 b は膨張する（図2（a））。

【0027】

本発明に基づく高分子アクチュエータ1によれば、ゲル／電極複合体4 a、4 b が電解質水溶液6中に配設され、ゲル／電極複合体4 a、4 b の電極3 a、3 b 間に電圧が印加されるに伴って、上述したように、ゲル／電極複合体4 a、4 b がそれぞれ体積変化を起こすように構成されているので、加熱冷却装置、ポンプ、タンク等を必要とせず、軽量化を図ることができ、また、例えば1～3Vといった低い電圧で制御することができる。

【0028】

また、ゲル／電極複合体4 a、4 b が、酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ハイドロゲル2 a、2 b と、この高分子ハイドロゲル2 a、2 b に内設された電極3 a、3 b とから構成されるので、どちらのゲル／電極複合体4 a、4 b も電圧に対して同方向に膨張／収縮することができ、ゲル／電極複合体4 a、4 b の形状が図示するように棒状であっても、従来のように湾曲変位することなく、長さ方向の伸張／収縮変位（線方向変位）を両方のゲル／電極複合体4 a、4 b から取り出すことが可能となる。

【0029】

さらに、ゲル／電極複合体4 a、4 b が前記体積変化を起こしても、高分子ハイドロゲル2 a、2 b が電極3 a、3 b から離れることがないので、効率的に周囲のpH変化をゲル／電極複合体4 a、4 b に伝えることができ、より一層効果的な伸張／収縮を行うことができる。

【0030】

従って、ゲル／電極複合体4 a、4 b の前記体積変化によって得られる発生力をより一層向上させることができ、例えばロボットの関節（可動部）等に好適に利用することができる。

【0031】

本発明に基づく高分子アクチュエータ1において、ゲル／電極複合体4 a、4

bを構成する電極3a、3bは、高分子ハイドロゲル2a、2bの前記体積変化を阻害せず追従する電子導電体であることが望ましく、例えば図1～図3に示すような、コイル状の金属線であることが好ましい。この場合、弾性変形によってゲル／電極複合体4a、4bの前記体積変化に追従することができる。ここで、前記体積変化を阻害しないためには、前記コイルを形成する金属線は細くしなやかであるほど、より好適である。

【0032】

また、電極3a、3bを構成する材料は、電圧を印加した際に酸化或いは還元されて溶出や不動体化しないことが重要であり、金、白金、パラジウム、非晶質炭素、黒鉛のうちの少なくとも1種が好適に用いられ、これらの中でも軽量な非晶質炭素、黒鉛がより好ましい。

【0033】

電解質水溶液6は、公知の水溶性電解質を溶解した水溶液を使用することができる。電解質濃度が高ければイオン導電率が高くなり、高速にpH変化を誘起できるが、浸透圧差によって高分子ハイドロゲル2a、2bから電解質水溶液6へと水が奪われることがあるため、ゲル／電極複合体4a、4bの膨張が阻害されることがある。電解質濃度が低ければゲル／電極複合体4a、4bの膨張は阻害されないが、高速な応答が得られなくなることがある。従って、電解質濃度は0.01～0.5mol/dm³であることが好ましい。

【0034】

容器5は、電解質水溶液6を蓄える容器であり、またゲル／電極複合体4a、4bの変位を力学的仕事として取り出す端子として機能するものである。容器5の形状、材料は多様だが、電解質水溶液6を密閉することができ、かつゲル／電極複合体4a、4bの変位を阻害しない柔軟性を有していることが求められる。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、フッ素樹脂等の高分子材料フィルムからなる袋状容器が好適である。

【0035】

ゲル／電極複合体4a、4bの電極3a、3bと電気的に接合された電極端子7は、容器5の密閉性を損なわない状態で容器5の外部に露呈する。容器5がゲ

ル／電極複合体4a、4bの前記体積変化に追随する伸縮性を有する場合、ゲル／電極複合体4a、4bの端部を容器5に固定することにより、ゲル／電極複合体4a、4bの変位に伴って容器5も変形することができる。従って、例えば容器端部5'を動作させたい機器可動部（図示省略）に取り付けることで、力学的仕事を行うことができる。また、このゲル／電極複合体4a、4bの容器5への固定する端部を上述の電極端子とすることもできる。

【0036】

さらに、容器5が上記のような伸縮性を有さなくても、例えば容器端部5'を容器本体5には固定せず、容器本体5の壁面に沿ってスライド可能な構造とすれば、容器5がゲル／電極複合体4a、4bの前記体積変化を阻害することはない。

【0037】

本発明に基づく高分子アクチュエータにおいて、前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基と塩基性の官能基とを有する高分子を含有していてもよい。この場合、前記ゲル／電極複合体周辺における前記電解質溶液のpHが低いときには塩基性基のカチオン化によって膨張し、pHが高いときにも酸性基のアニオン化によって膨張するが、中性付近ではイオン化した両官能基がイオン結合により錯体（イオンコンプレックス）形成するため、収縮する。

【0038】

この現象は、前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基を有する高分子と、塩基性の官能基を有する高分子との混合物を含有する場合でも同様に観測される。

【0039】

このようなゲル／電極複合体を適用すれば、中性電解液中で電極電位を卑、貴のどちらに動かしてもゲルは膨張し、平衡電位に戻すことで収縮する。従って、陰極用、陽極用の2種類のゲルを用いる必要がなく、同一構成のゲル／電極複合体の電極間に電圧を印加することで、線方向変位を前記複数のゲル／電極複合体から取り出すことが可能となる。

【0040】

上記に前記複数のゲル／電極複合体を構成する電極として、コイル状の金属線を例示したが、前記電極は、前記高分子ゲルの前記体積変化を阻害せず追従する電子導電体であればよく、この他にも例えば図4に示すような、金属網であってもよい。前記金属網を用いた場合も上記した前記コイル状の金属線と同様にして、弾性変形によって前記高分子ゲルの前記体積変化に追従することができるが、網を形成する金属線が細くしなやかであるほど、より一層好適である。

【0041】

また、前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記電極が、前記高分子ゲル内に混合、分散される電子導電性を有する粒子状又は纖維状の物質であってもよい。この場合、前記高分子ゲルの前記体積変化をより一層妨げることなく、効果的にpH変化を誘起することができる。

【0042】

さらに、前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記電極として、前記コイル状の金属線又は前記金属網と、前記電子導電性粒子状物質又は前記電子導電性纖維状物質とを併用すれば、前記複数のゲル／電極複合体全体に、より一層速やかにpH変化が誘起されるため、アクチュエータとしてより一層高速な応答を得ることができる。

【0043】

また、前記電極を構成する材料は、電圧を印加した際に酸化或いは還元されて溶出や不動体化しないことが重要であり、例えば金、白金、パラジウム、非晶質炭素、黒鉛のうちの少なくとも1種を用いることが好ましく、これらの中でも軽量な非晶質炭素、黒鉛がより好ましい。

【0044】

前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルに用いることのできる酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子は、酸性ではカルボン酸、スルホン酸等の官能基、塩基性では1級アミン、2級アミン、3級アミン等の官能基を有する高分子を挙げることができる。

【0045】

具体的には、酸性では、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリビニル酢酸、ポリマレイン酸、ポリビニルスルホン酸、ポリスチレンスルホン酸等を挙げることができる。

【0046】

塩基性では、ポリエチレンイミン、ポリアリルアミン、ポリビニルピリジン、ポリリジン、ポリビニルアニリン、ポリビニルイミダゾール、ポリ（アミノエチルアクリレート）、ポリ（メチルアミノエチルアクリレート）、ポリ（ジメチルアミノエチルアクリレート）、ポリ（エチルアミノエチルアクリレート）、ポリ（エチルメチルアミノエチルアクリレート）、ポリ（ジエチルアミノエチルアクリレート）、ポリ（アミノエチルメタクリレート）、ポリ（メチルアミノエチルメタクリレート）、ポリ（ジメチルアミノエチルメタクリレート）、ポリ（エチルアミノエチルメタクリレート）、ポリ（ジエチルアミノエチルメタクリレート）、ポリ（アミノプロピルアクリレート）、ポリ（メチルアミノプロピルアクリレート）、ポリ（ジメチルアミノプロピルアクリレート）、ポリ（エチルアミノプロピルアクリレート）、ポリ（エチルメチルアミノプロピルアクリレート）、ポリ（ジエチルアミンプロピルアクリレート）、ポリ（アミノプロピルメタクリレート）、ポリ（メチルアミノプロピルメタクリレート）、ポリ（ジメチルアミノプロピルメタクリレート）、ポリ（エチルアミノプロピルメタクリレート）、ポリ（エチルメチルアミノプロピルメタクリレート）、ポリ（ジエチルアミノプロピルメタクリレート）等を挙げることができる。

【0047】

また、必要に応じて、これらに分子内或いは分子間で架橋を施した高分子、これらのモノマーと他のモノマーとの共重合体、他の高分子との混合物を使用することができる。

【0048】

前記複数のゲル／電極複合体は、2個以上の複数個であればその個数に制約なく使用することができる。但し、前記複数のゲル／電極複合体として、酸性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体と、塩

基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなる前記ゲル／電極複合体とを用いる場合には、前者の酸性ゲル／電極複合体を陰極、後者の塩基性ゲル／電極複合体を陽極として電圧を印加するため、両者が同数であることがより好ましい。

【0049】

また、前記複数のゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基と塩基性の官能基とを有する高分子を含有する場合、及び、前記ゲル／電極複合体を構成する前記高分子ゲルが、酸性の官能基を有する高分子と、塩基性の官能基を有する高分子との混合物を含有する場合にも、上記と同様にして半数の電極を陰極、残りの電極を陽極として電圧を印加するため、前記複数のゲル／電極複合体の総数は偶数個であることがより好ましい。

【0050】

【実施例】

以下、本発明に基づく高分子アクチュエータを実際に作製し、動作させた実施例について説明する。

【0051】

実施例1

前記複数のゲル／電極複合体に用いる前記高分子ハイドロゲルは、モノマー、架橋剤及び開始剤を水溶混合し、ラジカル重合することによって作製した。

【0052】

酸性の官能基を有する高分子のモノマーとしてアクリル酸、架橋剤としてN,N'-メチレンビスアクリルアミド、開始剤として過硫酸アンモニウムを用い、m o l比でモノマー：架橋剤：開始剤を100:3:1として水溶混合してゲル前駆体溶液とした。

【0053】

電極には直径 $10\mu\text{m}$ の白金線からなる直径1mmのコイルを用い、これを内径1.5mm、長さ30mmのガラス管内に挿入し、コイルの軸とガラス管の軸とが一致するように固定した。

【0054】

このガラス管に上記のゲル前駆体溶液を注入し、ガラス管両端をゴム栓にて封じて50℃に加温することにより、ゲル前駆体溶液のゲル化を行った。ゲル化後、ガラス管の一端を加圧して他端から取り出すことにより、酸性ゲル／電極複合体（酸性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなるゲル／電極複合体）を得た。

【0055】

また、塩基性の官能基を有する高分子のモノマーとしてジメチルアミノメチルメタクリレート、架橋剤としてN, N' -メチレンビスアクリルアミド、開始剤として過硫酸アンモニウムを用い、m o l比でモノマー：架橋剤：開始剤を100:3:1として水溶混合してゲル前駆体溶液とした。このゲル前駆体溶液を用い、上記の酸性ゲル／電極複合体と同様の方法によって塩基性ゲル／電極複合体（塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルからなるゲル／電極複合体）を得た。

【0056】

次に、上記に得られた酸性ゲル／電極複合体及び塩基性ゲル／電極複合体を0.1NのNaCl水溶液に24時間浸漬した後、長さ50mm、直径6mmの円筒状ポリエチレンフィルムに収納し、円筒状ポリエチレンフィルムの片側開口部を熱融着により封じた。もう一方の開口部からは0.1NのNaCl水溶液を注入し、熱融着にて封じた。この熱融着の際に、ゲル／電極複合体の両端から露呈したコイルを挟み込んで熱融着して固定し、これを電極端子とした。このようにして、図1及び図2に示すような高分子アクチュエータを作製した。

【0057】

上記に作製した高分子アクチュエータにおいて、酸性ゲル／電極複合体の電極端子を陰極、塩基性ゲル／電極複合体の電極端子を陽極として3Vの電圧を印加したところ、両極のゲル／電極複合体が共に収縮し、これに伴って高分子アクチュエータ両端の熱融着部間距離が4.5mmから2.5mmへと変化した。この変化に要した時間は4.5秒であった。また、長さ方向変位発生力は約0.3MPaであった。

【0058】

実施例2

前記複数のゲル／電極複合体に用いる前記高分子ハイドロゲルは、モノマー、架橋剤及び開始剤を水溶混合し、ラジカル重合することによって作製した。

【0059】

酸性の官能基を有する高分子のモノマーとしてアクリル酸、塩基性を示す官能基を有する高分子のモノマーとしてジメチルアミノメチルメタクリレート、架橋剤としてN, N' -メチレンビスアクリルアミド、開始剤として過硫酸アンモニウムを用い、m o l 比で酸性モノマー：塩基性モノマー：架橋剤：開始剤を50：50：3：1として水溶混合してゲル前駆体溶液とした。

【0060】

電極には直径10μmの白金線からなる直径1mmのコイルを用い、これを内径1.5mm、長さ30mmのガラス管内に挿入し、コイルの軸とガラス管の軸とが一致するように固定した。

【0061】

このガラス管に上記のゲル前駆体溶液を注入し、ガラス管両端をゴム栓にて封じて50℃に加温することにより、ゲル前駆体溶液のゲル化を行った。ゲル化後、ガラス管の一端を加圧して他端から取り出すことにより、両性ゲル／電極複合体（酸性の官能基と塩基性の官能基とを有する高分子を含有する高分子ゲルからなるゲル／電極複合体）を得た。

【0062】

次に、上記に得られた両性ゲル／電極複合体2本を0.1NのNaCl水溶液に24時間浸漬した後、長さ50mm、直径6mmの円筒状ポリエチレンフィルムに収納し、円筒状ポリエチレンフィルムの片側開口部を熱融着により封じた。もう一方の開口部からは0.1NのNaCl水溶液を注入し、熱融着にて封じた。この熱融着の際に、ゲル／電極複合体の両端から露呈したコイルを挟み込んで熱融着して固定し、これを電極端子とした。このようにして、図1及び図2に示すような高分子アクチュエータを作製した。

【0063】

上記に作製した高分子アクチュエータにおいて、一方のゲル／電極複合体の電

極端子を陰極、他方のゲル／電極複合体の電極端子を陽極として3Vの電圧を印加したところ、両極のゲル／電極複合体が共に膨張し、これに伴って高分子アクリュエータ両端の熱融着部間距離が30mmから45mmへと変化した。この変化に要した時間は44秒であった。また、長さ方向変位発生力は約0.3MPaであった。

【0064】

実施例3

前記複数のゲル／電極複合体に用いる前記高分子ハイドロゲルは、モノマー、架橋剤、開始剤及び高分子を水溶混合し、ラジカル重合することによって作製した。

【0065】

塩基性の官能基を有する高分子のモノマーとしてジメチルアミノメチルメタクリレート、酸性の官能基を有する高分子としてポリアクリル酸、架橋剤としてN,N'-メチレンビスアクリルアミド、開始剤として過硫酸アンモニウムを用い、m o 1比（ポリアクリル酸は繰り返し単位m o 1）で塩基性モノマー：酸性高分子：架橋剤：開始剤を50:50:3:1として水溶混合してゲル前駆体溶液とした。

【0066】

電極には直径10μmの白金線からなる直径1mmのコイルを用い、これを内径1.5mm、長さ30mmのガラス管内に挿入し、コイルの軸とガラス管の軸とが一致するように固定した。

【0067】

このガラス管に上記のゲル前駆体溶液を注入し、ガラス管両端をゴム栓にて封じて50℃に加温することにより、ゲル前駆体溶液のゲル化を行った。ゲル化後、ガラス管の一端を加圧して他端から取り出すことにより、酸性塩基性混合ゲル／電極複合体（酸性の官能基を有する高分子と、塩基性の官能基を有する高分子との混合物を含有する高分子ゲルからなるゲル／電極複合体）を得た。

【0068】

次に、上記に得られた酸性塩基性混合ゲル／電極複合体2本を0.1NのNa

C₁水溶液に24時間浸漬した後、長さ50mm、直径6mmの円筒状ポリエチレンフィルムに収納し、円筒状ポリエチレンフィルムの片側開口部を熱融着により封じた。もう一方の開口部からは0.1NのNaCl水溶液を注入し、熱融着にて封じた。この熱融着の際に、ゲル／電極複合体の両端から露呈したコイルを挟み込んで熱融着して固定し、これを電極端子とした。このようにして、図1及び図2に示すような高分子アクチュエータを作製した。

【0069】

上記に作製した高分子アクチュエータにおいて、一方のゲル／電極複合体の電極端子を陰極、他方のゲル／電極複合体の電極端子を陽極として3Vの電圧を印加したところ、両極のゲル／電極複合体が共に膨張し、これに伴って高分子アクチュエータ両端の熱融着部間距離が30mmから45mmへと変化した。この変化に要した時間は44秒であった。また、長さ方向変位発生力は約0.3MPaであった。

【0070】

実施例4

モノマーの重量の5重量%に相当する炭素繊維を粉碎した炭素繊維粉をゲル前駆体溶液に加えたこと以外は、実施例1と同様にして高分子アクチュエータを作製した。

【0071】

酸性ゲル／電極複合体の電極端子を陰極、塩基性ゲル／電極複合体の電極端子を陽極として3Vの電圧を印加したところ、両極のゲル／電極複合体が共に収縮し、これに伴って高分子アクチュエータ両端の熱融着部間距離が45mmから31mmへと変化した。この変化に要した時間は21秒であった。また、長さ方向変位発生力は約0.3MPaであった。

【0072】

【発明の作用効果】

本発明によれば、前記複数のゲル／電極複合体が前記電解質溶液中に配設され、前記複数のゲル／電極複合体の前記電極間に電圧が印加されるに伴って前記複数のゲル／電極複合体がそれぞれ体積変化を起こすように構成されているので、

上記したような従来の加熱冷却装置、ポンプ、タンク等を必要とせず、軽量化を図ることができ、また、例えば1～3Vといった低い電圧で制御することが可能である。

【0073】

また、前記複数のゲル／電極複合体が、酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ゲルと、この高分子ゲルに内設された電極とから構成されているので、従来のように湾曲変位することなく、例えば生体骨格筋のように線方向に伸張／収縮することができる。

【0074】

従って、前記複数のゲル／電極複合体の前記体積変化によって得られる発生力の向上を図ることができ、例えばロボットの関節（可動部）等に好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態による高分子アクチュエータの一構成例の概略斜視図である。

【図2】

同、高分子アクチュエータの概略断面図である。

【図3】

同、高分子アクチュエータを構成するゲル／電極複合体の一例の概略斜視図である。

【図4】

同、高分子アクチュエータを構成するゲル／電極複合体の他の例の概略斜視図である。

【図5】

従来例による高分子アクチュエータの概略断面図である。

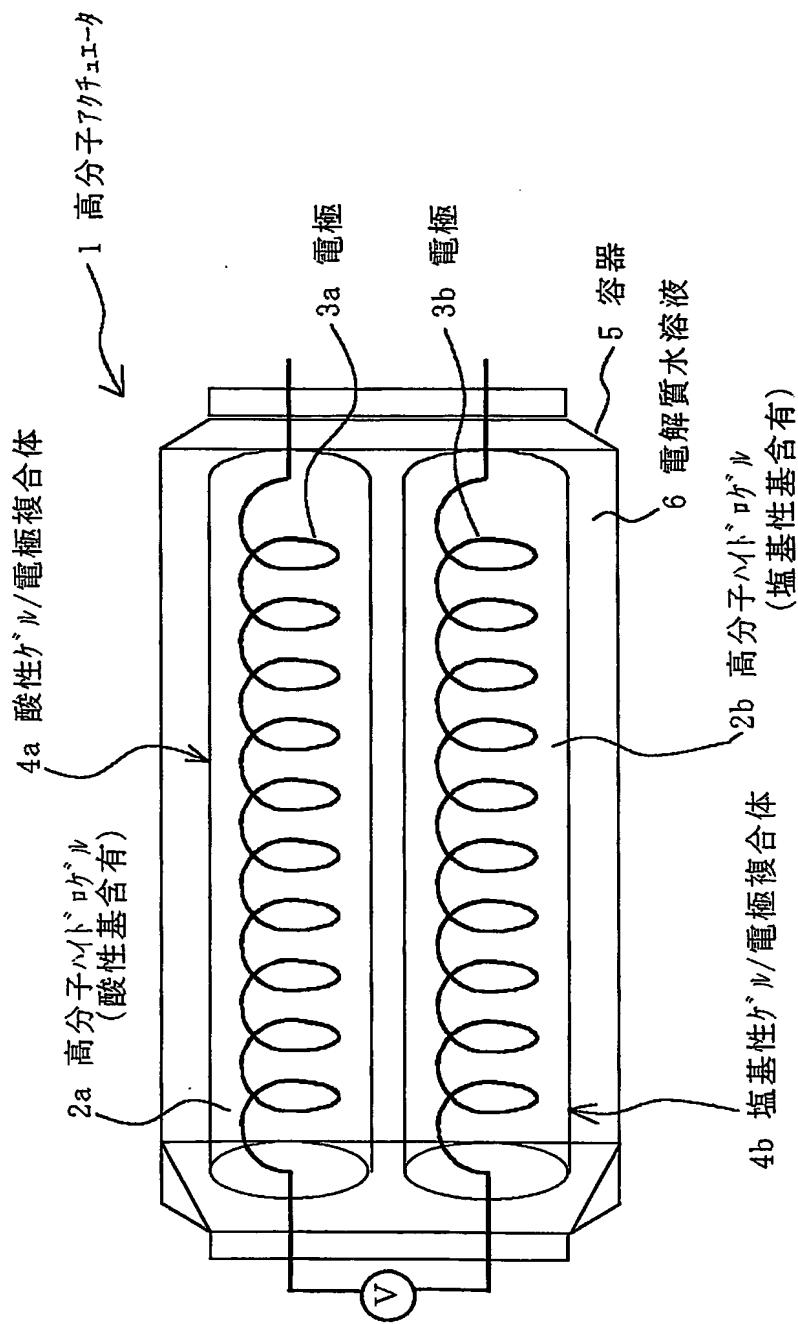
【符号の説明】

1…高分子アクチュエータ、2…高分子ハイドロゲル、3…電極、
4…ゲル／電極複合体、5…容器、6…電解質水溶液、7…電極端子

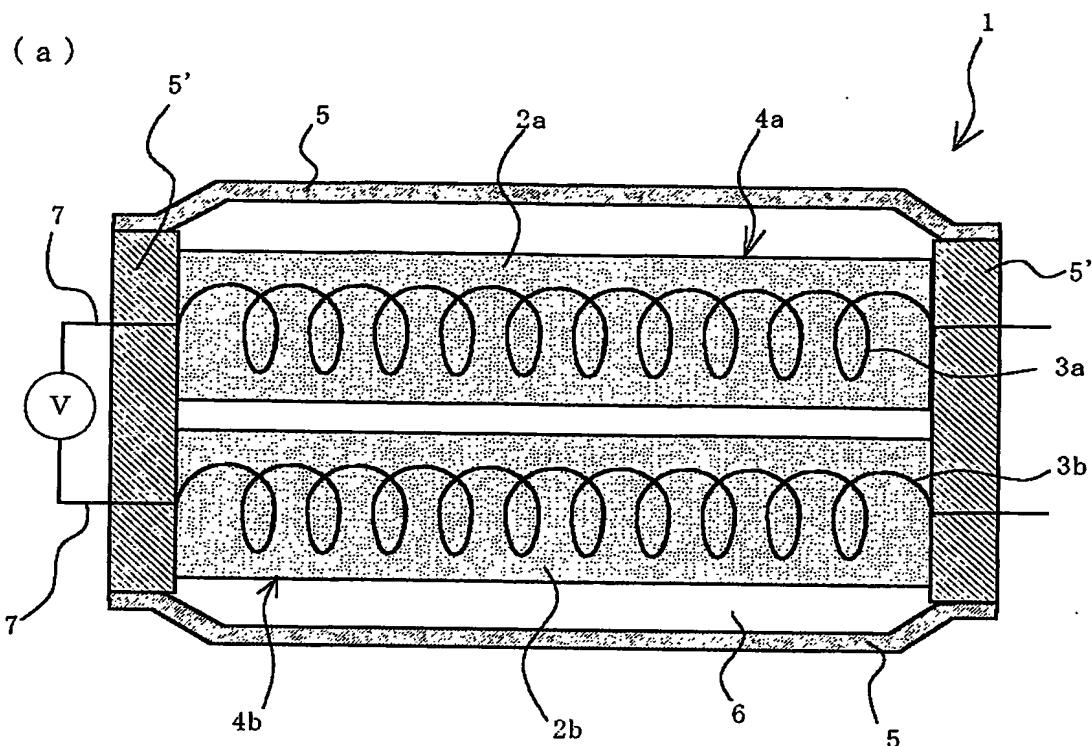
【書類名】

図面

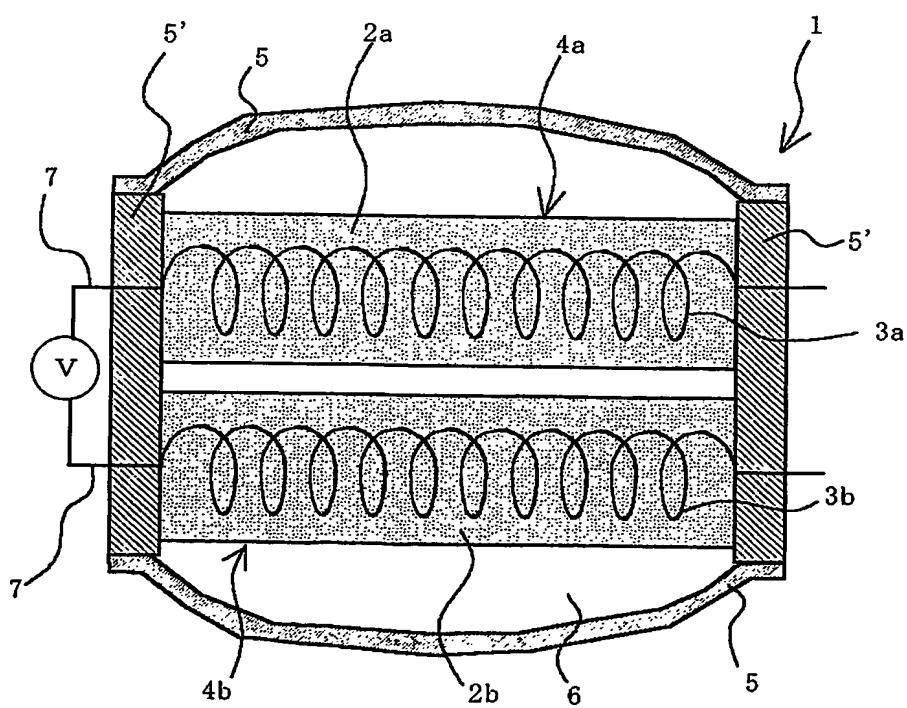
【図 1】



【図2】

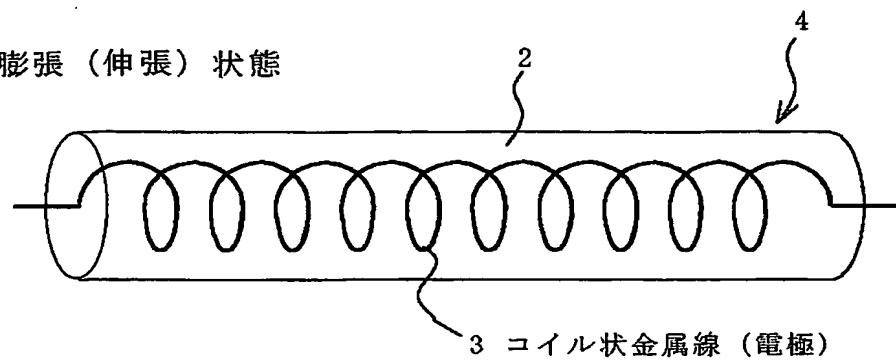


(b)

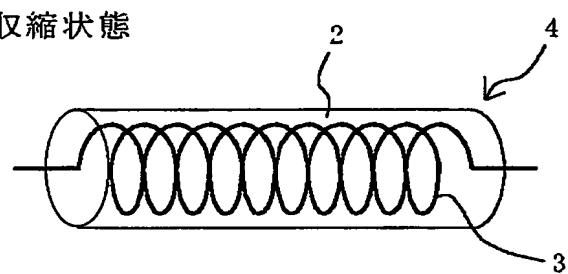


【図3】

(a) 膨張（伸張）状態

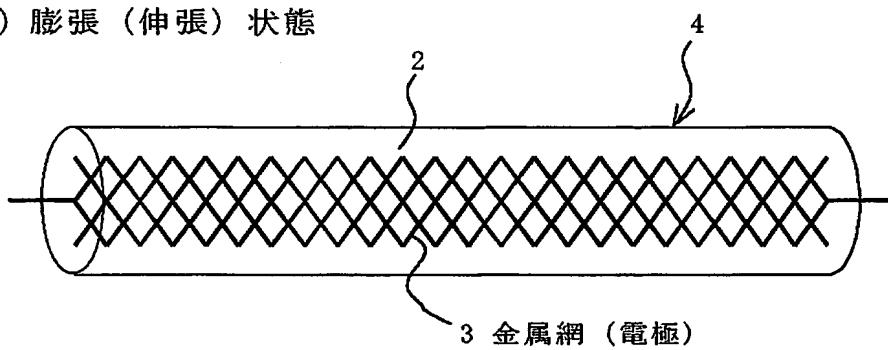


(b) 収縮状態

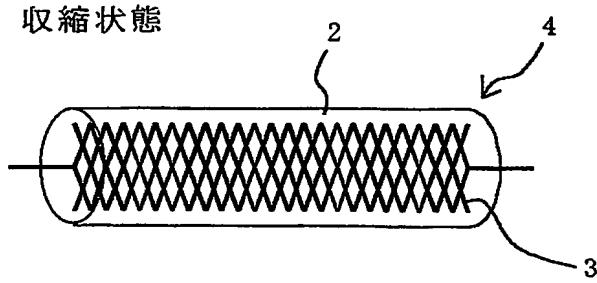


【図4】

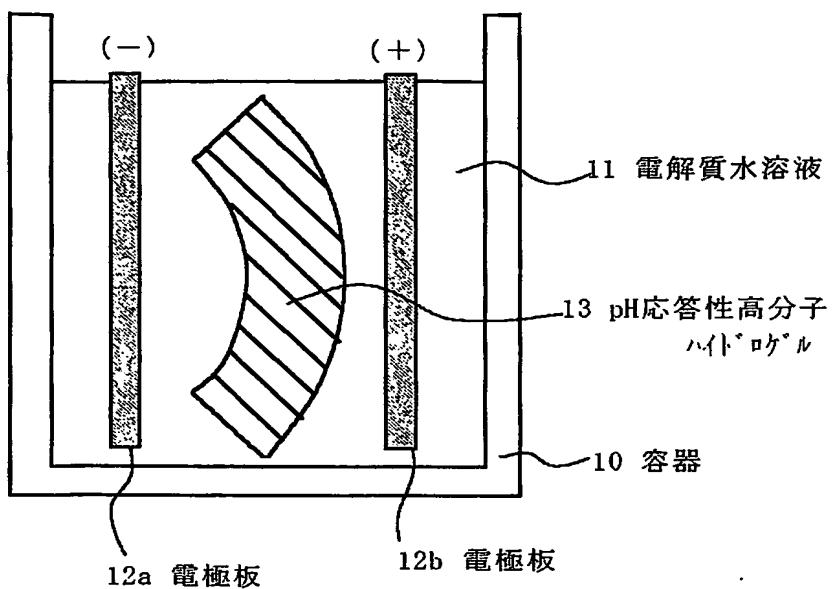
(a) 膨張（伸張）状態



(b) 収縮状態



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 湾曲変位することなく、線方向に伸張／収縮することができ、軽量でありかつ低電圧動作が可能な高分子アクチュエータを提供すること。

【解決手段】 酸性若しくは塩基性の官能基を有する高分子を含有した高分子ハイドロゲル2a、2bと、この高分子ハイドロゲル2a、2bに内設された電極3a、3bとから構成されるゲル／電極複合体4a、4bが電解質水溶液6中に配設され、ゲル／電極複合体4a、4bの電極3a、3b間に電圧が印加されるに伴ってゲル／電極複合体4a、4bがそれぞれ体積変化を起こすように構成された、高分子アクチュエータ1。

【選択図】 図1

特願2002-357805

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏名 ソニー株式会社